

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-227102

(43)Date of publication of application : 02.09.1997

(51)Int.Cl.

C01B 3/38
B01J 8/02
H01M 8/06

(21)Application number : 08-034510

(71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND C
LTD

(22)Date of filing : 22.02.1996

(72)Inventor : KOGA MINORU

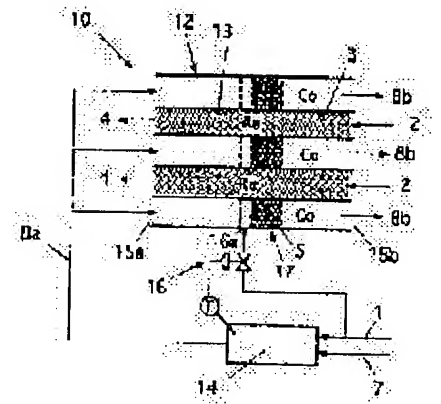
(54) TWO-STAGE COMBUSTION TYPE PLATE REFORMER

(57)Abstract:

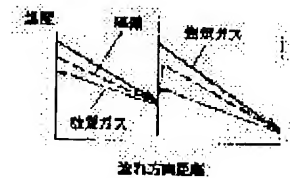
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a two-stage combustion type plate reformer capable of reducing the number of the-whole chambers without reducing the heat transfer area and efficiently transmitting heat from combustion chambers to reforming chambers without causing the deterioration in a combustion catalyst or an allowable stress of partition walls.

SOLUTION: This two-stage combustion type plate reformer comprises a reformer body 12 composed of alternately laminated platy reforming chambers Re and combustion chambers Co and a primary combustor 14, installed on the outside of the reformer body 12 and used for feeding a combustion gas 1 to the combustion chambers Co, which are equipped with a gas intermediate inflow means 16, provided between a combustion gas inlet 15a and a combustion waste gas outlet 15b and designed to make the combustion gas 1 flow from the outside thereinto and secondary combustors 17 installed on the downstream side of the gas intermediate inflow means 16. A part of the combustion gas 1 is burned with an excessive quantity of air in the primary combustor 14 to regulate the temperature of the combustion gas 1 to a temperature below a prescribed one so as not to overheat partition walls 13. The balance of the combustion gas 1 is fed through the gas intermediate inflow means 16 to the internal combustors 17. Thereby, the combustion gas temperature within the internal combustors 17 is regulated to a temperature below the prescribed one.

(A)



(B)



JP 09-227102

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the two-stage combustion type plate reforming machine equipped with the primary combustor and the secondary combustion machine in more detail with respect to a plate mold reforming machine.

[0002]

[Description of the Prior Art] That a fused carbonate fuel cell has little effect on efficient and an environment etc. has the description it is featureless to the conventional power plant, attention is attracted as a generation-of-electrical-energy system following hydraulic power, thermal power, and atomic energy, and researches and developments are wholeheartedly done in current every country in the world. In the generation-of-electrical-energy facility using the fused carbonate fuel cell which uses especially natural gas as a fuel, in material gas, such as natural gas typically shown in drawing 7, in order to reform hydrogen in the included gas, a reforming machine is used. A reforming machine consists of a combustion chamber Co separated by the septum, and a reforming room Re, burns fuel gas 1 (for example, anode exhaust from a fuel cell) in a combustion chamber Co, heats the reforming room Re with the heat, and reforms the material gas 2 which flows a reforming room according to the reforming catalyst 3 with which the interior was filled up in the gas 4 (henceforth reformed gas) containing hydrogen.

[0003] As that into which the tubular mold for the conventional plants was developed as this reforming machine, JP,3-35778,B, JP,5-9362,B, JP,62-27303,A, etc. are already proposed as an object for fuel cells.

[0004] The plate reforming machine of a configuration of completely differing from the conventional tubular reforming machine mentioned above on the other hand is already proposed by the applicant for this patent, and is used partly. This plate reforming machine constitutes the reforming room Re and a combustion chamber Co in plate-like, respectively, and they carry out a laminating by turns so that it may illustrate to the principle Fig. of drawing 8. In this combustion chamber Co It flows, as a broken line shows to drawing, and the fuel gas 1 and the combustion air 7 which are supplied from the external manifolds 6a and 6b react according to an operation of the combustion catalyst 5 (combustion), and generate heat [plate-like is filled up with the particle-like combustion catalyst 5,], and combustion-gas 8b is discharged from external manifold 6c of the opposite side. On the other hand, plate-like is similarly filled up with the particle-like reforming catalyst 3, in the reforming room Re, the material gas 2 supplied from external manifold 6d flows, as a continuous line shows to drawing, in it, material gas 2 is reformed according to an operation of a reforming catalyst 3, and reformed gas 4 is discharged from external manifold 6e of the opposite side.

[0005] This plate reforming machine has a large heating area per volume as compared with a tubular reforming machine, it has the description made very much to a small light weight, and application in the fields (for example, hydrogen manufacture etc.) of not only the object for fuel cells but others is demanded.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Drawing 9 (A) is the actual example of a configuration of the plate reforming machine mentioned above. As shown in this drawing, with the actual plate reforming vessel, the reforming room Re (reforming stage) is faced across and installed in a combustion chamber Co (combustion stage), and the combustion chamber F for blowing fuel gas 1 into a combustion chamber Co further is installed between combustion chambers Co. Therefore, if the number of the reforming room Re in this plate reforming machine, a combustion chamber Co, and combustion chambers F makes a reforming room N room, the number of combustion chambers will turn into a 2xN room, and a

combustion chamber will turn into N+1 room.

[0007] That is, with the conventional plate reforming vessel shown in drawing 9, since two combustion chambers and combustion chambers were needed between the reforming rooms which perform reforming, there were troubles, like the whole number of rooms increases, and structure becomes complicated, become a cost rise for periphery welding, and the overall height of equipment becomes large.

[0008] When applying to for example, the hydrogen manufacture of those other than a fuel cell etc. especially, since the calorific value of fuel gas 1 is high, a combustion gas flow rate decreases, for example, it becomes about 2 times of a reformed gas flow rate, and induction of the following problems is carried out.

** Since a combustion chamber has a 2-time reforming room, the rate of flow of a combustion chamber becomes comparable as a reforming room and the heat transfer rate alpha of a combustion chamber becomes small, the thermal transmittance at the time of carrying out heat transfer from a combustion chamber to a reforming room falls. On the other hand, since the reaction rate of the catalyzed combustion in a combustion chamber is early, a combustion reaction is completed for a short time, the septum of about [degrading the combustion catalyst 3] and a reforming machine is overheated by the elevated-temperature gas which reached the adiabatic flame temperature (gas maximum temperature when burning a fuel and oxidation gas in the state of heat insulation) of 1000 degrees C or more, and the trouble of reducing allowable stress sharply occurs.

[0009] In addition, in order to raise the rate of flow of a combustion chamber, it is possible to make the height dimension of a combustion chamber small, but if the height of a combustion chamber becomes 3 or less times of the particle size of the restoration catalyst 5, a charging efficiency will become imbalance, restoration nonuniformity will be produced, and, actually, a reforming room and a comparable (for example, 5-6mm thickness) fake colander will not be obtained for the reasons of uniform flow rate allocation not being obtained.

** the case where apply to an outlet from an inlet port and temperature changes linearly as the thermal stress produced to a septum is typically shown in drawing 9 (B) again -- thermal stress -- although it is small ideal, as shown in this drawing in fact, it becomes the temperature distribution of a saturation state in a flow direction, and remarkable thermal stress occurs.

[0010] This invention is originated in order to solve this trouble. That is, the purpose of this invention is to offer the two-stage combustion type plate reforming machine which can carry out heat transfer to a reforming room efficiently from a combustion chamber, without being able to lessen the whole number of rooms, without reducing a heating area, and causing degradation of a combustion catalyst and the fall of the allowable stress of a septum.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The body of a reforming machine with which the laminating of a plate-like reforming room and a plate-like combustion chamber was carried out by turns, respectively according to this invention, It consists of a primary combustor which is installed in the exterior of the body of a reforming machine, and supplies combustion gas to said combustion chamber. Said combustion chamber The two-stage combustion type plate reforming machine characterized by having the gas intermediate flow acquisition stage where it is prepared between a combustion gas inlet port and a combustion-gas outlet, and fuel gas came to flow from the exterior, and the secondary combustion machine formed in the downstream of this gas intermediate flow acquisition stage is offered.

[0012] Since the body of a reforming machine consists of the plate-like reforming room and plate-like combustion chamber by which the laminating was carried out by turns according to the configuration of this invention mentioned above, between reforming rooms, it becomes only a single combustion chamber (they are two combustion chambers [two] and combustion chambers conventionally), the whole number of rooms decreases, structure is simplified, costs, such as periphery welding, are reduced, and the overall height of equipment can be made small. Moreover, since it has the secondary combustion machine formed in the downstream of a gas intermediate flow acquisition stage, and the primary combustor installed in the exterior of the body of a reforming machine Burn a part of required combustion gas with a primary combustor using the excess air, supply the combustion gas of the temperature which does not overheat a septum by this to a combustion chamber, and reforming is made to perform partially. Subsequently, it can be made to burn at the temperature which does not overheat a septum for combustion gas by the excess air into which it was put beforehand by supplying the remainder of combustion gas through a gas intermediate flow acquisition stage at a secondary combustion machine into the combustion gas low-temperature-ized by reforming. Therefore, heat transfer of the heating value of required combustion gas

can be efficiently carried out to a reforming room from a combustion chamber by this two-stage combustion, without causing degradation of a combustion catalyst and the fall of the allowable stress of a septum.

[0013] the hole prolonged in the direction in which the flow of a combustion chamber and said gas intermediate flow acquisition stage cross at right angles according to the desirable example of this invention -- said secondary combustion machine serve as the combustion catalyst with which the downstream of a hole aperture hollow channel be filled up from the heat-resistant particle with which the downstream be filled up further and which prevent migration of a combustion catalyst, consist of an aperture hollow channel and gas blowing in opening with which it be open for free passage inside this hollow channel, and fuel gas came to flow from the exterior.

[0014] It can be made to burn with a combustion catalyst by the excess air which was able to pay beforehand the fuel gas which could supply fuel gas to the interior of a hollow channel from gas blowing-in opening, and flowed into that downstream from the hole of a hollow channel by this configuration.

[0015] Moreover, what a part of fuel gas is burned by the excess air in a primary combustor, this temperature of combustion is adjusted below to the predetermined temperature which does not overheat a septum, and the remainder of fuel gas is supplied to a secondary combustion machine through said gas intermediate flow acquisition stage, and the temperature of combustion with a secondary combustion machine is adjusted for below to said predetermined temperature is desirable. By this configuration, heat transfer of the heating value of combustion gas required for reforming can be efficiently carried out to a reforming room from a combustion chamber, without overheating the septum of a reforming machine.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the desirable operation gestalt of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, it is used, giving the same sign to the part which is common in each drawing. Drawing 1 is the principle Fig. of the two-stage combustion type plate reforming machine by this invention, and drawing 2 is the whole block diagram. In drawing 1 and drawing 2, the two-stage combustion type plate reforming machine 10 of this invention consists of a body 12 of a reforming machine, and a primary combustor 14. The plate-like reforming room Re and a plate-like combustion chamber Co carry out the laminating of the body 12 of a reforming machine by turns by the septum 13, and it is constituted, respectively. Moreover, the primary combustor 14 is installed in the exterior of the body 12 of a reforming machine, and supplies combustion gas to a combustion chamber Co.

[0017] As shown in drawing 1 and drawing 2, the combustion chamber Co is equipped with the gas intermediate flow acquisition stage 16 where it is prepared between combustion gas inlet-port 15a and combustion-gas outlet 15b, and fuel gas 1 came to flow from the exterior, and the secondary combustion machine 17 formed in the downstream of the gas intermediate flow acquisition stage 16.

[0018] When applying to for example, the hydrogen manufacture of those other than a fuel cell etc., a combustion gas flow rate becomes about 2 times of a reformed gas flow rate. In this case, it attaches and explains below. The material gas 2 (process gas) which is the gaseous mixture of hydrocarbons (town gas, methanol, etc.) and a steam flows into the reforming room Re where it filled up with the reforming catalyst 3, a steam-reforming reaction advances with the heat by which heat transfer is carried out through a septum 13 from the combustion chamber Co installed in the both sides of the reforming room Re, and material gas 2 is changed into the reformed gas 4 containing hydrogen and a carbon monoxide. In addition, the reforming temperature of town gas is about 700-800 degrees C, and the reforming temperature of a methanol is about 200-300 degrees C. In addition, although the following, especially the case where town gas is used as a raw material are explained, it is also the same as when using a methanol as a raw material.

[0019] In drawing 1 and the two-stage combustion type plate reforming machine 10 of drawing 2, a part of combustion air 7 (oxidation gas) and fuel gas 1 burn with the primary combustor 14, and this combustion gas 8a flows into a combustion chamber Co. Under the present circumstances, in a cost cut, it is important not to make the maximum temperature of combustion gas 8a into 800 degrees C or more, and it needs to use a heat-resisting material expensive as an ingredient of the body of a reforming machine in the temperature field beyond this.

[0020] In order that combustion gas 8a included in a combustion chamber Co may transmit heat to the reforming room Re, gas temperature falls gradually. Opening 16a which blows the fuel gas 1 which was not used with the primary combustor 14 is prepared in each combustion chamber Co. Moreover, in order to carry out efficient combustion near the entrainment opening 16a, it fills up with the combustion catalyst 5. The rate of flow rate of fuel gas 1 is controlled so that the outlet temperature of combustion of the

primary combustor 14 does not become 800 degrees C or more.

[0021] Since the body 12 of a reforming machine consists of the plate-like reforming room Re and plate-like combustion chamber Co by which the laminating was carried out by turns according to the two-stage combustion type plate reforming machine 10 of this invention mentioned above, between the reforming rooms Re, it becomes only the single combustion chamber Co, the whole number of rooms decreases, structure is simplified, costs, such as periphery welding, are reduced, and the overall height of equipment can be made small. Moreover, since it has the secondary combustion machine 17 formed in the downstream of the gas intermediate flow acquisition stage 16, and the primary combustor 14 installed in the exterior of the body 12 of a reforming machine As a part of required combustion gas 1 is burned with the primary combustor 14 using the excess air and this shows it typically to drawing 1 (B) and drawing 2 (B) By supplying combustion gas 8a of the temperature which does not overheat a septum 13 to a combustion chamber Co, making reforming perform partially and supplying the remainder of combustion gas 1 through the gas intermediate flow acquisition stage 16 at the secondary combustion machine 17 into the combustion gas subsequently low-temperature-ized by reforming It can be made to burn at the temperature which does not overheat a septum 13 for combustion gas by the excess air 7 into which it was put beforehand. Therefore, heat transfer of the heating value of required combustion gas 1 can be efficiently carried out to the reforming room Re from a combustion chamber Co by this two-stage combustion, without causing degradation of the combustion catalyst 5 and the fall of the allowable stress of a septum 13.

[0022] Drawing 3 is the related Fig. of whenever [before the secondary combustion with the secondary combustion machine 17 / reforming room temperature], (axis of abscissa), the adiabatic flame temperature at the time of the secondary combustion with the secondary combustion machine 17, and an air flow rate (axis of ordinate). In addition, this drawing makes temperature (namely, adiabatic flame temperature in the primary combustor 14) of combustion gas 8a which carries out steam reforming of the town gas, and shows the case where air is used as oxidation gas, and is supplied from the primary combustor 14 800 degrees C.

[0023] In order to make adiabatic flame temperature at the time of the secondary combustion with the secondary combustion machine 17 below into the temperature (for example, 800 degrees C) which does not overheat a septum 13 from drawing 3 , it turns out that it is good to make low whenever [before the secondary combustion / reforming room temperature] (for example, 585 degrees C or less), and to make an air flow rate high. That is, if reformed gas temperature in a secondary fuel entrainment part is made low, since a heating value required for a reforming reaction will increase even to a reforming outlet from a secondary fuel entrainment part, the air flow rate in the primary combustor 14 increases. Moreover, if the adiabatic flame temperature of the primary combustor 14 is held at 800 degrees C with the increment in an air flow rate, since the fuel flow of the primary combustor 14 will increase and the fuel flow of the secondary combustion machine 17 will fall, the adiabatic flame temperature at the time of the secondary combustion falls. When the adiabatic flame temperature of the secondary combustion machine 17 is 800 degrees C, the rate of a fuel ratio of the primary combustor 14 and the secondary combustion machine 17 is about 70 to 30.

[0024] Drawing 4 shows the relation between the rate of a fuel ratio of the primary combustor 14 (rate of flow rate to the whole), and the reformed gas temperature before the secondary combustion with the secondary combustion machine 17. This drawing shows that the rate of a fuel ratio of the primary combustor 14 will increase if the reformed gas temperature before the secondary combustion falls.

[0025] The two-stage combustion type plate reforming machine 10 mentioned above burns a part of fuel gas 1 by the excess air in the primary combustor 14. The temperature of combustion is adjusted below to the predetermined temperature (for example, 800 degrees C) which does not overheat a septum 13. And it is desirable to supply the remainder of fuel gas 1 to the secondary combustion machine 17 through said gas intermediate flow acquisition stage 16, and to adjust similarly the temperature of combustion with the secondary combustion machine 17 below to predetermined temperature (for example, 800 degrees C). By this configuration, heat transfer of the heating value of combustion gas required for reforming can be efficiently carried out to the reforming room Re from a combustion chamber Co, without overheating the septum 13 of a reforming machine.

[0026] Drawing 5 is structural drawing of the reforming room Re. In this drawing 4 , the material gas 2 containing a hydrocarbon and a steam flows like an arrow head. Except for a gas passageway and a catalyst injection hole, the sidebar 21 (shown in a straight line by a diagram) of a solid is installed, and since the circumference of the septum 13 with a combustion chamber Co is a gas seal, full circled welding

of it is carried out. a reforming catalyst 3 -- a hole -- it fills up from the restoration hole 23 between the members 22 (shown in a straight line by a diagram) which made the aperture plate the shape of a channel. The lid 24 is attached in order that the restoration hole 23 may prevent that a catalyst 3 flows out after catalyst restoration. Moreover, in order to prevent heat deformation of a septum 13, embossing 25 is installed in the suitable pitch. Material gas 2 and reformed gas 4 flow and flow out from Nozzles 26a and 26b.

[0027] Drawing 6 is structural drawing of a combustion chamber Co. Only the part which is different since a combustion chamber Co is almost the same as the reforming room Re structurally is explained. The gas intermediate flow acquisition stage 16 consists of hole aperture hollow channel 16b prolonged in the direction which intersects perpendicularly with the flow in a combustion chamber Co, and gas blowing-in opening 16a into which it is open for free passage inside hollow channel 16b, and fuel gas 1 came to flow from the exterior. The secondary combustion machine 17 serves as the combustion catalyst 5 with which the downstream of hole aperture hollow channel 16b was filled up from the heat-resistant particle 18 with which the downstream is filled up further and which prevents migration of a combustion catalyst. The heat-resistant particles 18 are alumina balls, do not check the flow of the gas in a combustion chamber Co, and pass gas to homogeneity in a combustion chamber Co.

[0028] Secondary fuel gas 1 goes into the interior of hollow channel 16b of each combustion chamber Co through gas blowing-in opening 16a, and is supplied to the secondary combustion machine 17 which adjoins the downstream from the blowdown hole. The combustion catalyst 5 is placed near the fuel blowdown hole of hollow channel 16b, and it can be made to perform efficient combustion. It is filled up with alumina balls 18 in order to promote heat transfer of ***** in fields other than a combustion catalyst. It fills up with the combustion catalyst 5 and alumina balls 18 from the catalyst restoration hole 23. Combustion gas 8a flows / flows out from Nozzles 26c and 26d at the reforming machine Re.

[0029] It can be made to burn with the combustion catalyst 5 by the excess air which was able to pay beforehand the fuel gas 1 which could supply fuel gas 1 to the interior of gas blowing-in opening 16a to hollow channel 16b, and flowed into the downstream from the hole of the hollow channel 16 by the configuration mentioned above.

[0030] in addition, in the range which this invention is not limited to the operation gestalt mentioned above, and does not deviate from the summary of this invention, many things are boiled and, of course, it can change

[0031]

[Effect of the Invention] According to the two-stage combustion type plate reforming machine of this invention mentioned above, since the number of ** combustion chambers becomes almost the same as that of a reforming room, it is not necessary to lower the gas flow rate of a combustion chamber Co, and high heat transfer can be expected also with the small amount of combustion products. Moreover, the temperature distribution of ** septum can be changed almost linearly from an inlet port to an outlet, and the stress level generated to a septum can be lowered. furthermore, the thing the highest temperature of combustion is controlled [a thing] for ** temperature of combustion (at for example, 800 degrees C or less) -- without making things and using an expensive heat-resisting material, a reforming machine can be constituted, a cost cut can be aimed at, and reinforcement of a catalyst can be attained to coincidence.

[0032] Therefore, the two-stage combustion type plate reforming machine of this invention has the effectiveness which was [carry out / efficiently / heat transfer] excellent in the reforming room from the combustion chamber, without being able to lessen the whole number of rooms, without reducing a heating area, and causing degradation of a combustion catalyst and the fall of the allowable stress of a septum.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-227102

(43) 公開日 平成9年(1997)9月2日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 1 B	3/38		C 0 1 B 3/38	
B 0 1 J	8/02		B 0 1 J 8/02	E
H 0 1 M	8/06		H 0 1 M 8/06	G

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-34510

(22) 出願日 平成8年(1996)2月22日

(71) 出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社
東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(72) 発明者 古賀 実

東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島
播磨重工業株式会社東二テクニカルセンタ
ー内

(74) 代理人 弁理士 堀田 実 (外1名)

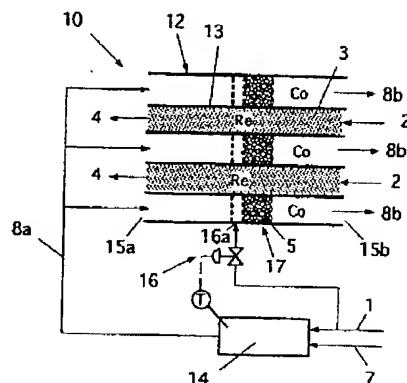
(54) 【発明の名称】 二段燃焼式プレート改質器

(57) 【要約】

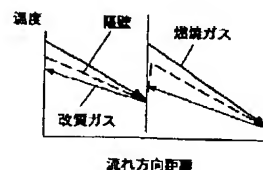
【課題】 伝熱面積を低下させることなく全体の室数を少なくすることができ、かつ燃焼触媒の劣化や隔壁の許容応力の低下を引き起こすことなく、燃焼室から改質室に効率的に伝熱できる二段燃焼式プレート改質器を提供する。

【解決手段】 平板状の改質室Reと燃焼室Coが交互に積層された改質器本体12と、改質器本体の外部に設置され燃焼室に燃焼ガス1を供給する一次燃焼器14とからなる。燃焼室は、燃焼ガス入口15aと燃焼排ガス出口15bとの間に設けられ外部より燃料ガス1が流入するようになったガス中間流入手段16と、ガス中間流入手段の下流側に設けられた二次燃焼器17とを備える。一次燃焼器14で燃料ガス1の一部を過剰空気により燃焼させて、燃焼ガス温度を隔壁13を過熱しない所定の温度以下に調節し、かつ燃料ガスの残部をガス中間流入手段を介して内部燃焼器17に供給し、内部燃焼器による燃焼ガス温度を所定温度以下に調節する。

(A)



(B)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれ平板状の改質室と燃焼室が交互に積層された改質器本体と、改質器本体の外部に設置され前記燃焼室に燃焼ガスを供給する一次燃焼器とからなり、

前記燃焼室は、燃焼ガス入口と燃焼排ガス出口との間に設けられ外部より燃料ガスが流入するようになったガス中間流入手段と、該ガス中間流入手段の下流側に設けられた二次燃焼器と、を備えることを特徴とする二段燃焼式プレート改質器。

【請求項2】 前記ガス中間流入手段は、燃焼室内の流れに直交する方向に延びる孔開き中空チャンネルと、該中空チャンネルの内部に連通し外部より燃料ガスが流入するようになったガス吹込み口とからなり、前記二次燃焼器は、孔開き中空チャンネルの下流側に充填された燃焼触媒と、更に下流側に充填され燃焼触媒の移動を防止する耐熱粒子からなる、ことを特徴とする請求項1に記載の二段燃焼式プレート改質器。

【請求項3】 一次燃焼器で燃料ガスの一部を過剰空気により燃焼させて、該燃焼ガス温度を隔壁を過熱しない所定の温度以下に調節し、かつ燃料ガスの残部を前記ガス中間流入手段を介して二次燃焼器に供給し、二次燃焼器による燃焼ガス温度を前記所定温度以下に調節する、ことを特徴とする請求項1に記載の二段燃焼式プレート改質器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプレート型改質器に係わり、更に詳しくは、一次燃焼器と二次燃焼器を備えた二段燃焼式プレート改質器に関する。

【0002】

【従来の技術】溶融炭酸塩型燃料電池は、高効率、かつ環境への影響が少ないなど、従来の発電装置にはない特徴を有しており、水力・火力・原子力に続く発電システムとして注目を集め、現在世界各国で鋭意研究開発が行われている。特に天然ガスを燃料とする溶融炭酸塩型燃料電池を用いた発電設備では、図7に模式的に示す天然ガス等の原料ガスを水素を含むガスに改質するために改質器が用いられる。改質器は、隔壁で分離された燃焼室C_oと改質室R_eとからなり、燃焼室C_oで燃料ガス1（例えば燃料電池からのアノード排ガス）を燃焼させ、その熱で改質室R_eを加熱し、その内部に充填された改質触媒3により改質室を流れる原料ガス2を水素を含むガス4（以下、改質ガスという）に改質するようになっている。

【0003】かかる改質器として、従来のプラント用のチューブラー型を発展させたものとしては、特公平3-35778号、特公平5-9362号、特開昭62-27303号等が燃料電池用として既に提案されている。

【0004】一方、上述した従来のチューブラー改質器

とは全く異なる構成のプレート改質器が本願出願人から既に提案され一部で用いられている。このプレート改質器は、図8の原理図に例示するように、改質室R_eと燃焼室C_oをそれぞれ平板状に構成して交互に積層したものであり、この燃焼室C_oには、粒子状の燃焼触媒5が平板状に充填され、外部マニホールド6a、6bから供給される燃料ガス1と燃焼用空気7とが、図に破線で示すように流れ、燃焼触媒5の作用により反応（燃焼）して発熱し、燃焼排ガス8bが反対側の外部マニホールド6cから排出される。一方、改質室R_eには、粒子状の改質触媒3が同様に平板状に充填され、外部マニホールド6dから供給される原料ガス2が、図に実線で示すように流れ、改質触媒3の作用により原料ガス2を改質し、改質ガス4が、反対側の外部マニホールド6eから排出されるようになっている。

【0005】このプレート改質器はチューブラー改質器と比較すると、体積当たりの伝熱面積が大きく、非常に小型軽量にできる特徴を有しており、燃料電池用ばかりでなく、その他の分野（例えば水素製造等）への適用が要望されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】図9（A）は、上述したプレート改質器の実際の構成例である。この図に示すように、実際のプレート改質器では、改質室R_e（改質段）は燃焼室C_o（燃焼段）に挟まれて設置され、更に燃料室C_oに燃料ガス1を吹き込むための燃料室Fが燃焼室C_oの間に設置されている。従って、このプレート改質器における改質室R_e、燃焼室C_o、及び燃料室Fの数は、改質室をN室とすると、燃焼室の数は2×N室、燃料室はN+1室となる。

【0007】すなわち、図9に示す従来のプレート改質器では、改質を行う改質室の間に、2つの燃焼室と燃料室を必要とするため、全体の室数が多くなり、構造が複雑になり、例えば外周溶接のためにコストアップになり、かつ装置の全高が大きくなる等の問題点があった。

【0008】特に、燃料電池以外の例えば水素製造等に適用する場合には、燃料ガス1の発熱量が高いため燃焼ガス流量が少なくなり、例えば改質ガス流量の2倍程度となり、以下の問題が誘起される。

①燃焼室が改質室の2倍あるので、燃焼室の流速が改質室と同程度となり、燃焼室の熱伝達率 α が小さくなるため、燃焼室から改質室へ伝熱する際の熱貫流率が低下する。これに対して、燃焼室における触媒燃焼の反応速度は早いため、燃焼反応が短時間で完了し、1000℃以上の断熱火炎温度（燃料と酸化ガスを断熱状態で燃焼させた時のガス最高温度）に達した高温ガスにより、燃焼触媒3を劣化させるばかりか、改質器の隔壁が過熱され、許容応力を大幅に低下させる問題点が発生する。

【0009】なお燃焼室の流速を上げるために、燃焼室の高さ寸法を小さくすることが考えられるが、燃焼室の

高さが充填触媒5の粒径の3倍以下になると充填効率がアンバランスになり充填ムラを生じ均一な流量配分が得られない等の理由により、現実的には、改質室と同程度（例えば5～6mm厚）にせざるを得ない。

②また、隔壁に生ずる熱応力は、図9（B）に模式的に示されるように、入口から出口にかけて直線的に温度が変化する場合は熱応力小さく理想的であるが、実際にはこの図に示すように流れ方向に飽和状態の温度分布となり、かなりの熱応力が発生する。

【0010】本発明はかかる問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、伝熱面積を低下させることなく全体の室数を少なくすることができ、かつ燃焼触媒の劣化や隔壁の許容応力の低下を引き起こすことなく、燃焼室から改質室に効率的に伝熱できる二段燃焼式プレート改質器を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、それぞれ平板状の改質室と燃焼室が交互に積層された改質器本体と、改質器本体の外部に設置され前記燃焼室に燃焼ガスが供給する一次燃焼器とからなり、前記燃焼室は、燃焼ガス入口と燃焼排ガス出口との間に設けられ外部より燃料ガスが流入するようになったガス中間流入手段と、該ガス中間流入手段の下流側に設けられた二次燃焼器と、を備えることを特徴とする二段燃焼式プレート改質器が提供される。

【0012】上述した本発明の構成によれば、改質器本体が交互に積層された平板状の改質室と燃焼室からなるので、改質室の間には単一の燃焼室のみとなり（従来は2つの2つの燃焼室と燃料室）、全体の室数が少なくなり、構造が簡素化され、外周溶接等のコストが低減され、装置の全高を小さくすることができる。また、ガス中間流入手段の下流側に設けられた二次燃焼器と、改質器本体の外部に設置された一次燃焼器を備えているので、必要な燃焼ガスの一部を過剰空気をを用いて一次燃焼器で燃焼させ、これにより隔壁を過熱しない温度の燃焼ガスを燃焼室に供給して改質を部分的に行わせ、次いで改質により低温化した燃焼ガス中にガス中間流入手段を介して燃焼ガスの残部を二次燃焼器に供給することにより、予め入れられた過剰空気に燃焼ガスを隔壁を過熱しない温度で燃焼させることができる。従って、この二段燃焼により、燃焼触媒の劣化や隔壁の許容応力の低下を引き起こすことなく、必要な燃焼ガスの熱量を燃焼室から改質室に効率的に伝熱することができる。

【0013】本発明の好ましい実施例によれば、前記ガス中間流入手段は、燃焼室内の流れに直交する方向に延びる孔開き中空チャンネルと、該中空チャンネルの内部に連通し外部より燃料ガスが流入するようになったガス吹込み口とからなり、前記二次燃焼器は、孔開き中空チャンネルの下流側に充填された燃焼触媒と、更に下流側

に充填され燃焼触媒の移動を防止する耐熱粒子からなる。

【0014】この構成により、ガス吹込み口から中空チャンネルの内部に燃料ガスを供給することができ、中空チャンネルの孔からその下流側に流入した燃料ガスを予め入れられた過剰空気に燃焼触媒で燃焼させることができる。

【0015】また、一次燃焼器で燃料ガスの一部を過剰空気に燃焼させて、該燃焼ガス温度を隔壁を過熱しない所定の温度以下に調節し、かつ燃料ガスの残部を前記ガス中間流入手段を介して二次燃焼器に供給し、二次燃焼器による燃焼ガス温度を前記所定温度以下に調節する、ことが好ましい。この構成により、改質器の隔壁を過熱することなく、改質に必要な燃焼ガスの熱量を燃焼室から改質室に効率的に伝熱することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付して使用する。図1は、本発明による二段燃焼式プレート改質器の原理図であり、図2はその全体構成図である。図1及び図2において、本発明の二段燃焼式プレート改質器10は、改質器本体12と、一次燃焼器14とからなる。改質器本体12は、それぞれ平板状の改質室Reと燃焼室Coが隔壁13により交互に積層して構成されている。また、一次燃焼器14は、改質器本体12の外部に設置され燃焼室Coに燃焼ガスを供給するようになっている。

【0017】図1及び図2に示すように燃焼室Coは、燃焼ガス入口15aと燃焼排ガス出口15bとの間に設けられ外部より燃料ガス1が流入するようになったガス中間流入手段16と、ガス中間流入手段16の下流側に設けられた二次燃焼器17と、を備えている。

【0018】燃料電池以外の例えば水素製造等に適用する場合において、燃焼ガス流量が改質ガス流量の2倍程度となる。この場合について、以下説明する。炭化水素（都市ガス、メタノール等）と水蒸気の混合気である原料ガス2（プロセスガス）が改質触媒3が充填された改質室Reに流入し、改質室Reの両側に設置された燃焼室Coから隔壁13を介して伝熱される熱によって水蒸気改質反応は進行し、原料ガス2は水素及び一酸化炭素を含む改質ガス4に変換される。なお、都市ガスの改質温度は約700～800℃であり、メタノールの改質温度は約200～300℃である。なお以下、特に都市ガスを原料とする場合について説明するが、メタノールを原料とする場合も同様である。

【0019】図1及び図2の二段燃焼式プレート改質器10において、燃焼用空気7（酸化ガス）と燃料ガス1の一部は一次燃焼器14で燃焼し、この燃焼ガス8aが燃焼室Coに流入する。この際、燃焼ガス8aの最高温度を例えば800℃以上にしないことが、コストダウン

では重要であり、これ以上の温度領域では改質器本体の材料として高価な耐熱材料を使用する必要がある。

【0020】燃焼室C_oに入った燃焼ガス8aは改質室Reに熱を伝達するため、ガス温度が徐々に下がる。各燃焼室C_oには一次燃焼器14で使用されなかった燃料ガス1を吹き込み口16aが設けられている。また、吹き込み口16aの近傍には効率の良い燃焼を実施するために、燃焼触媒5が充填されている。燃料ガス1の流量比率は一次燃焼器14の出口燃焼ガス温度が800℃以上にならないように制御される。

【0021】上述した本発明の二段燃焼式プレート改質器10によれば、改質器本体12が交互に積層された平板状の改質室Reと燃焼室C_oからなるので、改質室Reの間には単一の燃焼室C_oのみとなり、全体の室数が少なくなり、構造が簡素化され、外周溶接等のコストが低減され、装置の全高を小さくすることができる。また、ガス中間流入手段16の下流側に設けられた二次燃焼器17と、改質器本体12の外部に設置された一次燃焼器14を備えているので、必要な燃焼ガス1の一部を過剰空気をを用いて一次燃焼器14で燃焼させ、これにより図1(B)及び図2(B)に模式的に示すように、隔壁13を過熱しない温度の燃焼ガス8aを燃焼室C_oに供給して改質を部分的に行わせ、次いで改質により低温化した燃焼ガス中にガス中間流入手段16を介して燃焼ガス1の残部を二次燃焼器17に供給することにより、予め入れられた過剰空気7により燃焼ガスを隔壁13を過熱しない温度で燃焼させることができる。従って、この二段燃焼により、燃焼触媒5の劣化や隔壁13の許容応力の低下を引き起こすことなく、必要な燃焼ガス1の熱量を燃焼室C_oから改質室Reに効率的に伝熱することができる。

【0022】図3は、二次燃焼器17による二次燃焼前の改質室温度(横軸)と二次燃焼器17による二次燃焼時の断熱火炎温度と空気流量(縦軸)との関係図である。なおこの図は、都市ガスを水蒸気改質し、酸化ガスとして空気を使用する場合を示しており、かつ、一次燃焼器14から供給される燃焼ガス8aの温度(すなわち一次燃焼器14における断熱火炎温度)を800℃としている。

【0023】図3から、二次燃焼器17による二次燃焼時の断熱火炎温度を隔壁13を過熱しない温度(例えば800℃)以下にするためには、二次燃焼前の改質室温度を低くし(例えば585℃以下)、かつ空気流量を高くするのがよいことがわかる。すなわち、二次燃料吹き込み箇所における改質ガス温度を低くすると、二次燃料吹き込み箇所から改質出口までに改質反応に必要な熱量が増加するので、一次燃焼器14における空気流量が増加する。また、空気流量の増加に伴い、一次燃焼器14の断熱火炎温度を800℃に保持すると、一次燃焼器14の燃料流量が増加し、二次燃焼器17の燃料流量が低

下するので、二次燃焼時の断熱火炎温度は低下する。二次燃焼器17の断熱火炎温度が800℃のとき、一次燃焼器14と二次燃焼器17の燃料比率は、約70対30である。

【0024】図4は、一次燃焼器14の燃料比率(全体に対する流量比率)と二次燃焼器17による二次燃焼前の改質ガス温度との関係を示す。この図から、二次燃焼前の改質ガス温度が低下すると一次燃焼器14の燃料比率が増加することがわかる。

10 【0025】上述した二段燃焼式プレート改質器10は、一次燃焼器14で燃料ガス1の一部を過剰空気により燃焼させて、燃焼ガス温度を隔壁13を過熱しない所定の温度以下(例えば800℃)に調節し、かつ燃料ガス1の残部を前記ガス中間流入手段16を介して二次燃焼器17に供給し、二次燃焼器17による燃焼ガス温度を同様に所定の温度以下(例えば800℃)に調節することが好ましい。この構成により、改質器の隔壁13を過熱することなく、改質に必要な燃焼ガスの熱量を燃焼室C_oから改質室Reに効率的に伝熱することができる。

20 【0026】図5は、改質室Reの構造図である。この図4において、炭化水素と水蒸気を含む原料ガス2は矢印のように流れる。燃焼室C_oとの隔壁13の周辺はガス通路及び触媒投入孔を除き中実のサイドバー21(図では直線で示す)が設置されガスシールのため全周溶接されている。改質触媒3は孔開き板をチャンネル状にした部材22(図では直線で示す)の間に充填孔23より充填される。充填孔23は触媒充填後に触媒3が流れ出すのを防止するため蓋24が取り付けられている。また、隔壁13の熱変形を防止するため、エンボス25が適当なピッチで設置されている。原料ガス2及び改質ガス4はノズル26a、26bより流入及び流出する。

30 【0027】図6は、燃焼室C_oの構造図である。燃焼室C_oは、構造的にはほぼ改質室Reと同じなので相違する部分のみを説明する。ガス中間流入手段16は、燃焼室C_o内の流れに直交する方向に延びる孔開き中空チャンネル16bと、中空チャンネル16bの内部に連通し外部より燃料ガス1が流入するようになったガス吹き込み口16aとからなる。二次燃焼器17は、孔開き中空チャンネル16bの下流側に充填された燃焼触媒5と、更に下流側に充填され燃焼触媒の移動を防止する耐熱粒子18からなる。耐熱粒子18は、例えばアルミナボールであり、燃焼室C_oにおけるガスの流れを阻害せず、かつ燃焼室C_o内に均一にガスを流すようになっている。

40 【0028】二次燃料ガス1はガス吹き込み口16aを介して各燃焼室C_oの中空チャンネル16bの内部に入り、その吹き出し穴から下流側に隣接する二次燃焼器17に供給される。中空チャンネル16bの燃料吹き出し穴の近傍には燃焼触媒5を置き、効率の良い燃焼ができ

るようにしている。燃焼触媒以外の領域には燃焼顧の熱伝達を促進するためアルミナボール18を充填している。燃焼触媒5及びアルミナボール18は触媒充填孔23から充填される。燃焼ガス8aはノズル26c、26dより改質器Reに流入/流出する。

【0029】上述した構成により、ガス吹込み口16aから中空チャンネル16bの内部に燃料ガス1を供給することができ、中空チャンネル16の孔からその下流側に流入した燃料ガス1を予め入れられた過剰空気により燃焼触媒5で燃焼させることができる。

【0030】なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々に変更できることは勿論である。

【0031】

【発明の効果】上述した本発明の二段燃焼式プレート改質器によれば、①燃焼室の数が改質室とほぼ同一となるため、少ない燃焼ガス量でも、燃焼室Cのガス流速を下げる必要がなく高い熱伝達を期待することができる。また、②隔壁の温度分布を入口から出口までほぼ直線的に変化することができ、隔壁に発生する応力レベルを下げる事ができる。更に、③燃焼ガス温度を最高燃焼ガス温度を(例えば800℃以下に)抑制することことができ、高価な耐熱材料を用いることなく、改質器を構成でき、コストダウンを図ることができ、同時に触媒の長寿命化を図ることができる。

【0032】従って、本発明の二段燃焼式プレート改質器は、伝熱面積を低下させることなく全体の室数を少なくすることができ、かつ燃焼触媒の劣化や隔壁の許容応力の低下を引き起こすことなく、燃焼室から改質室に効率的に伝熱できる、等の優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】二段燃焼式プレート改質器の原理図である。

【図2】二段燃焼式プレート改質器の全体構成図である。

【図3】二次燃焼前の改質室温度と二次燃焼時の断熱火

炎温度及び空気流量との関係図である。

【図4】一次燃焼器の燃料比率と二次燃焼器による二次燃焼前の改質ガス温度との関係図である。

【図5】改質室Reの構造図である。

【図6】燃焼室Cの構造図である。

【図7】従来の改質器の模式的構成図である。

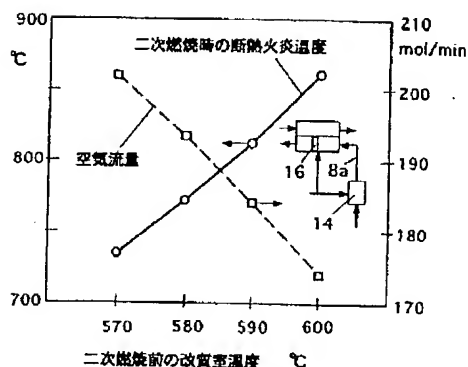
【図8】従来のプレート改質器の原理図である。

【図9】従来の実際のプレート改質器の構成図である。

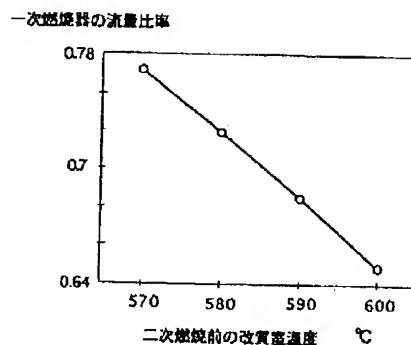
【符号の説明】

- 10 1 燃料ガス
- 2 原料ガス(プロセスガス)
- 3 改質触媒
- 4 改質ガス
- 5 燃焼触媒
- 6a~6e 外部マニホールド
- 7 燃焼用空気
- 8a 燃焼ガス
- 8b 燃焼排ガス
- 10 二段燃焼式プレート改質器
- 20 12 改質器本体
- 13 隔壁
- 14 一次燃焼器
- 15a 燃焼ガス入口
- 15b 燃焼排ガス出口
- 16 ガス中間流入手段
- 16a 吹き込む口
- 17 二次燃焼器
- 21 サイドバー
- 22 チャンネル状部材
- 30 23 触媒充填孔
- 24 蓋
- 25 エンボス
- 26a~d ノズル
- Re 改質室
- Co 燃焼室

【図3】

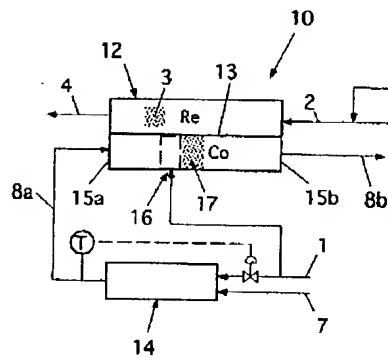


【図4】

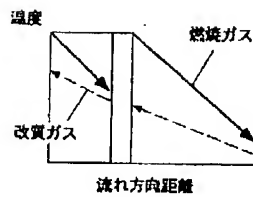


【図1】

(A)

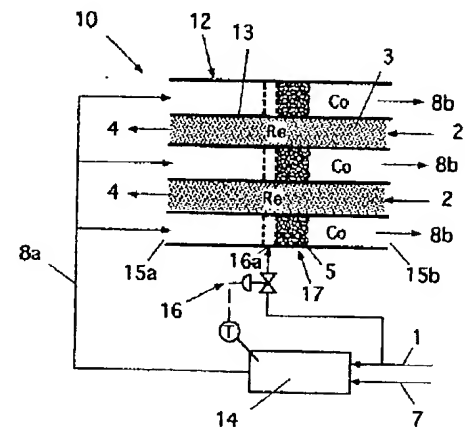


(B)

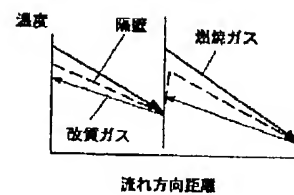


【図2】

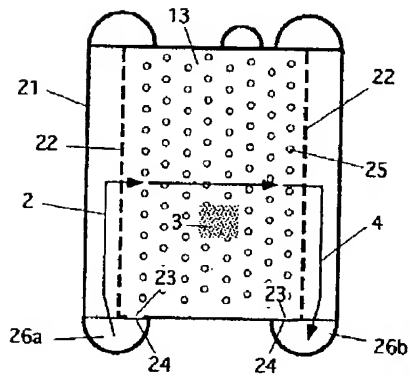
(A)



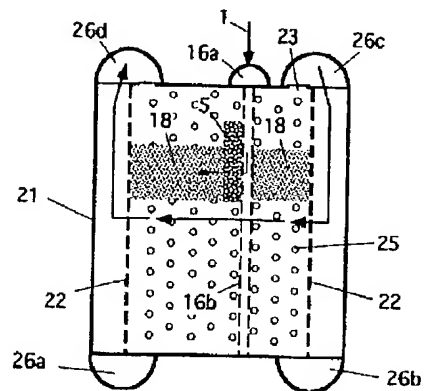
(B)



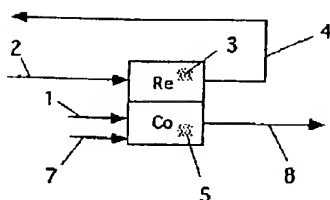
【図5】



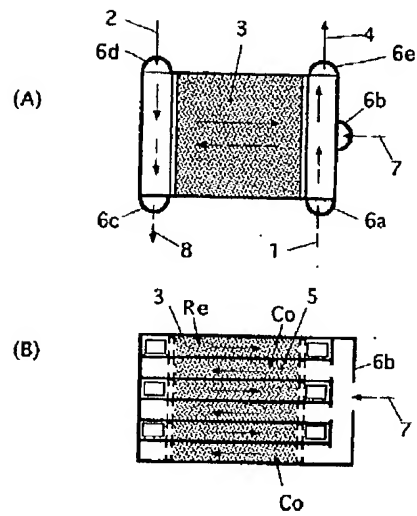
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

